

Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS)



© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang Lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Persyaratan umum	3
5 Persyaratan khusus	4
Bibliografi	9
 Gambar 1 – Penampang memanjang ruang bebas.....	 7
Gambar 2 – Pandangan atas ruang bebas.....	7
Gambar 3 – Ruang bebas SUTTAS 250 kV dan 500 kV	8
 Tabel 1 – Kriteria Jarak Bebas Teknis.....	 5
Tabel 2 – Ambang batas paparan medan magnet statis	5
Tabel 3 – Ambang batas paparan medan listrik statis 1999/519/EC	5
Tabel 4 – Jarak bebas minimum vertikal (C)	5
Tabel 5 – Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang	6

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS)” disusun dengan tujuan sebagai pedoman yang terarah dalam perencanaan, pembangunan dan pengoperasian SUTTAS agar tepat sasaran serta mengikuti kaidah teknis dan keselamatan.

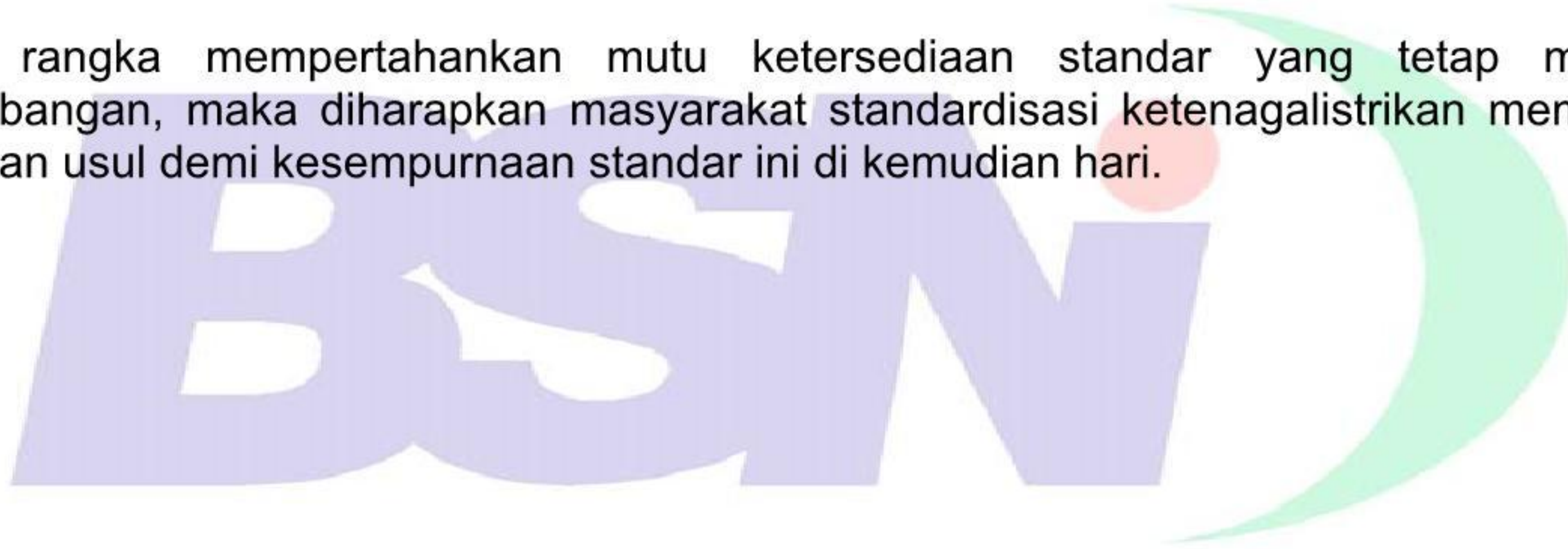
Standar ini dirumuskan oleh Komite Teknis 29-04, Jaringan Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik, dengan mengacu pada beberapa dokumen standar dan dokumen pembandingan.

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini telah dibahas dalam Rapat Konsensus pada tanggal 23 Oktober 2014 serta telah melalui tahap Jajak Pendapat tanggal 17 November 2014 sampai dengan 15 Januari 2015.

Pertimbangan yang mendasari standar ini dirumuskan adalah:

- memberikan perlindungan terhadap lingkungan dan makhluk hidup;
- belum tersedianya standar yang mengatur ruang bebas dan jarak bebas minimum SUTTAS.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul demi kesempurnaan standar ini di kemudian hari.



Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS)

1 Ruang Lingkup

Standar ini berlaku sebagai pedoman untuk menetapkan ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS).

Standar ini berlaku untuk SUTTAS dengan tegangan nominal 250 kV a.s. dan 500 kV a.s. dengan polaritas positif, negatif atau kombinasi dari keduanya (dwikutub).

2 Acuan normatif

IEC 60833, *Measurement of lower frequency electric fields*;

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary, Part 121 Electromagnetism*;

ICNIRP Guidelines 2009, *Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields*;

European Directive 1999/519/EC, *Limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)*;

3 Istilah dan definisi

3.1

Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS)

saluran tenaga listrik yang menggunakan konduktor telanjang di udara bertegangan nominal 250 kV a.s. dan 500 kV a.s. dengan polaritas positif, negatif atau kombinasi dari keduanya (dwikutub).

3.2

jarak bebas minimum vertikal dari konduktor

jarak terpendek yang diizinkan secara vertikal antara konduktor SUTTAS dengan permukaan bumi atau benda di atas permukaan bumi yang tidak boleh kurang dari jarak yang telah ditetapkan demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan operasi SUTTAS.

3.3

jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara

jarak terpendek secara horizontal dari sumbu vertikal menara ke bidang vertikal terluar dari ruang bebas; bidang vertikal tersebut sejajar dengan sumbu vertikal menara dan konduktor.

3.4

ruang bebas

ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal dan horizontal di sekeliling dan di sepanjang konduktor SUTTAS di mana tidak boleh ada benda di dalamnya demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan operasi SUTTAS.

3.5

lapangan terbuka atau daerah terbuka

daerah di mana :

- tidak terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya, atau
- terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya yang tingginya tidak melebihi 4 (empat)

meter.

3.6

daerah dengan keadaan tertentu

daerah yang secara permanen atau sementara dipergunakan untuk sarana pelayanan umum maupun khusus yang memerlukan ruang dengan tinggi di atas permukaan bumi lebih dari 4 (empat) meter antara lain: daerah perumahan, daerah industri/pabrik, daerah pertokoan, pasar, terminal bus/angkutan umum, perkantoran, gudang, lapangan umum, tanaman/tumbuhan, hutan, perkebunan, lalu lintas jalan/jalan raya, rel kereta biasa, konduktor kereta listrik, lalu lintas air, instalasi lain seperti jembatan besi, rangka besi penahan, Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), SUTT, SUTET, saluran udara telekomunikasi, antena radio, antena televisi.

3.7

lapangan umum

daerah terbuka yang sewaktu-waktu digunakan untuk kegiatan dengan menggunakan benda setinggi maksimal 8 (delapan) meter.

3.8

bangunan

semua jenis bangunan dengan tinggi lebih dari 4 (empat) meter.

3.9

permukaan bumi

permukaan tertinggi dari bumi itu sendiri, permukaan rel kereta api, permukaan jalan dan permukaan air tertinggi pada saat pasang atau banjir, yang dipergunakan sebagai patokan untuk menetapkan jarak bebas minimum.

3.10

tanaman / tumbuhan

semua jenis tumbuhan dengan tinggi lebih dari 4 (empat) meter.

3.11

masyarakat umum (*general public*)

perorangan dari semua umur dan berbagai status kesehatan serta dapat mencakup kelompok atau perorangan yang secara khusus terpapar dan tak terlindung dari medan elektromagnet.

3.12

masyarakat pekerja (*occupational*)

orang dewasa yang umumnya terpapar dan tak terlindung dari medan elektromagnet pada kondisi yang diketahui, dan dilatih untuk peduli terhadap resiko potensial yang mungkin timbul serta mengambil tindakan pencegahan yang memadai.

3.13

sirkuit dwikutub

sirkuit yang mempunyai dua penghantar yang memiliki polaritas positif dan negatif (dwikutub/*bipolar*) dengan konfigurasi horizontal.

3.14

jarak gawang dasar

jarak horizontal antar dua menara dalam satu sirkuit yang sama dengan persyaratan desain tertentu.

3.15

medan elektromagnet

medan yang ditentukan oleh kumpulan 4 (empat) besaran vektor yang saling berkait bersama-sama dengan rapat arus listrik dan muatan listrik per volume, mencirikan kondisi listrik dan magnet dari medium bahan.

Empat besaran vektor terkait adalah:

- Kuat medan listrik E;
- Rapat fluks listrik D;
- Kuat medan magnet H;
- Rapat fluks magnet B.

3.16**medan listrik**

unsur pokok dari medan elektromagnet yang dicirikan oleh kuat medan listrik E dan rapat fluks listrik D (IEC 60050-121:1998).

Bila suatu konduktor diberi muatan listrik, ruang di sekitar konduktor akan dipengaruhi, sehingga apabila suatu partikel bermuatan berada dalam ruang tersebut akan mengalami gaya yang arahnya setiap saat dapat ditentukan dengan pasti. Dengan demikian medan listrik dikatakan berada pada ruang yang dipengaruhi; dan kuat medan listrik pada setiap titik adalah besaran vektor yang sama dengan gaya per unit muatan positif yang terletak pada titik itu (IEC 60833:1987).

3.17**kuat medan listrik (E)**

besaran medan vektor E akan menimbulkan gaya tarik atau tolak terhadap partikel bermuatan yang diam, sebesar gaya F yang sama dengan perkalian E dan muatan listrik Q dari partikel: $F = Q.E$ (IEC 60050-121:1998).

3.18**medan magnet**

unsur pokok dari medan elektromagnet yang dicirikan oleh kuat medan magnet H dan rapat fluks magnet B (IEC 60050-121:1998).

3.19**kuat medan magnet (H)**

besaran vektor yang diperoleh pada titik tertentu dengan mengurangkan magnetisasi M dari rapat fluks magnet B dibagi dengan konstanta magnet μ_0 Jadi: $H = B/\mu_0 - M$.

CATATAN 1 Di dalam vakum, kuat medan magnet pada semua titik sama dengan rapat fluks magnet dibagi dengan konstanta magnet. Jadi: $H = B/\mu_0$;

CATATAN 2 Rotasi kuat medan magnet adalah rapat arus total Jt: Jadi: rotasi $H = Jt$;

CATATAN 3 Rapat fluks magnet B kadang-kadang disebut "medan magnet", dengan resiko rancu terhadap kuat medan magnet H (IEC 60050-121: 1998).

4 Persyaratan umum**4.1 Dasar penetapan ruang bebas**

Ruang bebas ditetapkan dengan mempertimbangkan :

- a. Jarak konduktor dari sumbu vertikal menara;

- b. Jarak horizontal akibat ayunan (*swing*) konduktor di tengah gawang (H pada gambar 3) pada kecepatan angin 25 m/detik (sudut ayunan 20°). Nilai H merupakan fungsi dari andongan terendah (D) dan sudut ayunan;
- c. Jarak bebas impuls petir untuk SUTTAS (Lihat Tabel 1 dan Tabel 5) atau jarak bebas impuls switsing untuk SUTTAS;
- d. Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor (Lihat Tabel 4);
- e. Andongan konduktor didasarkan pada suhu konduktor maksimum (80°C bila menggunakan konduktor jenis ACSR/AS - konduktor aluminium berpenguat baja). Andongan (*sag*) konduktor antara dua menara ditentukan oleh berat konduktor, jarak gawang (*span*) dan kuat tarik konduktor.

4.2 Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTTAS

Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTTAS dapat dilihat pada Tabel 4.

CATATAN Jarak bebas minimum vertikal ditetapkan dengan mempertimbangkan:

- a. Persyaratan keselamatan dari medan listrik mengikuti standar *European Direction* 1999/519/EC (Tabel 3) dan medan magnet mengikuti standar ICNRP 2009 (Tabel 2);
- b. Obyek berjarak 1 m di atas bumi;
- c. SUTTAS 250 kV sirkit dwikutub menggunakan bundel konduktor: 2x450-A1/S2B-54/7 A1/S2A atau 2xA1/S2B (ACSR) dengan spasi 450 mm, atau 2xA1/SA1A (ACSR/AS) berukuran 250 mm^2 -26/7 sampai dengan 450 mm^2 -54/7 dengan spasi 450 mm;
- d. SUTTAS 500 kV sirkit dwikutub menggunakan bundel konduktor: ACSR/AS, 4x800-A1/S2A-84/7 atau $806,2/102,4\text{ mm}^2$ dengan spasi 450 mm;
- e. Susunan polaritas;
- f. Jarak antar sirkit pada SUTTAS 250 kV sirkit dwikutub: 14,8 m. Jarak antar sirkit pada SUTET 500 kV sirkit dwikutub: 18 m.

4.3 Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara pada SUTTAS

Jarak bebas minimum horizontal dari konduktor pada SUTTAS dan SUTET dapat dilihat pada Tabel 5.

4.4 Ruang bebas pada SUTTAS

Ruang bebas pada SUTTAS dan SUTET dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 3.

5 Persyaratan khusus

Standar ini berdasarkan parameter yang terbanyak dipakai di Indonesia. Untuk kondisi tertentu dan/atau kondisi khusus yang parameternya berbeda dengan parameter persyaratan umum (antara lain: tegangan nominal, bentuk menara/tiang, jenis atau ukuran konduktor, jumlah sirkit, susunan fase, susunan sirkit) perlu perhitungan dan persyaratan tersendiri.

Tabel 1 – Kriteria Jarak Bebas Teknis

Level tegangan arus searah (kV)	Jarak bebas minimum impuls switsing (m)	Jarak bebas minimum impuls petir (m)
250 kV	1,6	1,7
500 kV	2,6	3,3

Tabel 2 – Ambang batas paparan medan magnet statis

Karakteristik paparan	Kuat medan magnet statis (H)
Masyarakat umum Seluruh bagian tubuh	400 mT
Masyarakat Pekerja *) Bagian kepala dan tubuh Bagian kaki	2 T 8T

CATATAN *) Terpapar untuk waktu maksimum 8 Jam per hari

Tabel 3 – Ambang batas paparan medan listrik statis 1999/519/EC

Karakteristik paparan	Kuat medan listrik statis (E)
Masyarakat Umum	25 kV/m

Tabel 4 – Jarak bebas minimum vertikal (C)

Deskripsi	Jarak bebas minimum (M)	
	250 kV	500 kV
Lapangan terbuka atau daerah terbuka ^{a)}	7	12,5
Daerah dengan keadaan tertentu: Bangunan, Jembatan	6	9
Tanaman, Tumbuhan, Hutan, Perkebunan ^{b)}	6	9
jalan/jalan raya/rel kereta api ^{a)}	10	15
Lapangan Umum ^{a)}	13	17
SUTT lain, Saluran Udara Tegangan Rendah, Saluran Udara Tegangan Menengah, Saluran Udara Komunikasi, Antena, Kereta Gantung ^{b)}	6	7
Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang tertinggi pada lalu lintas air ^{b)}	6	10

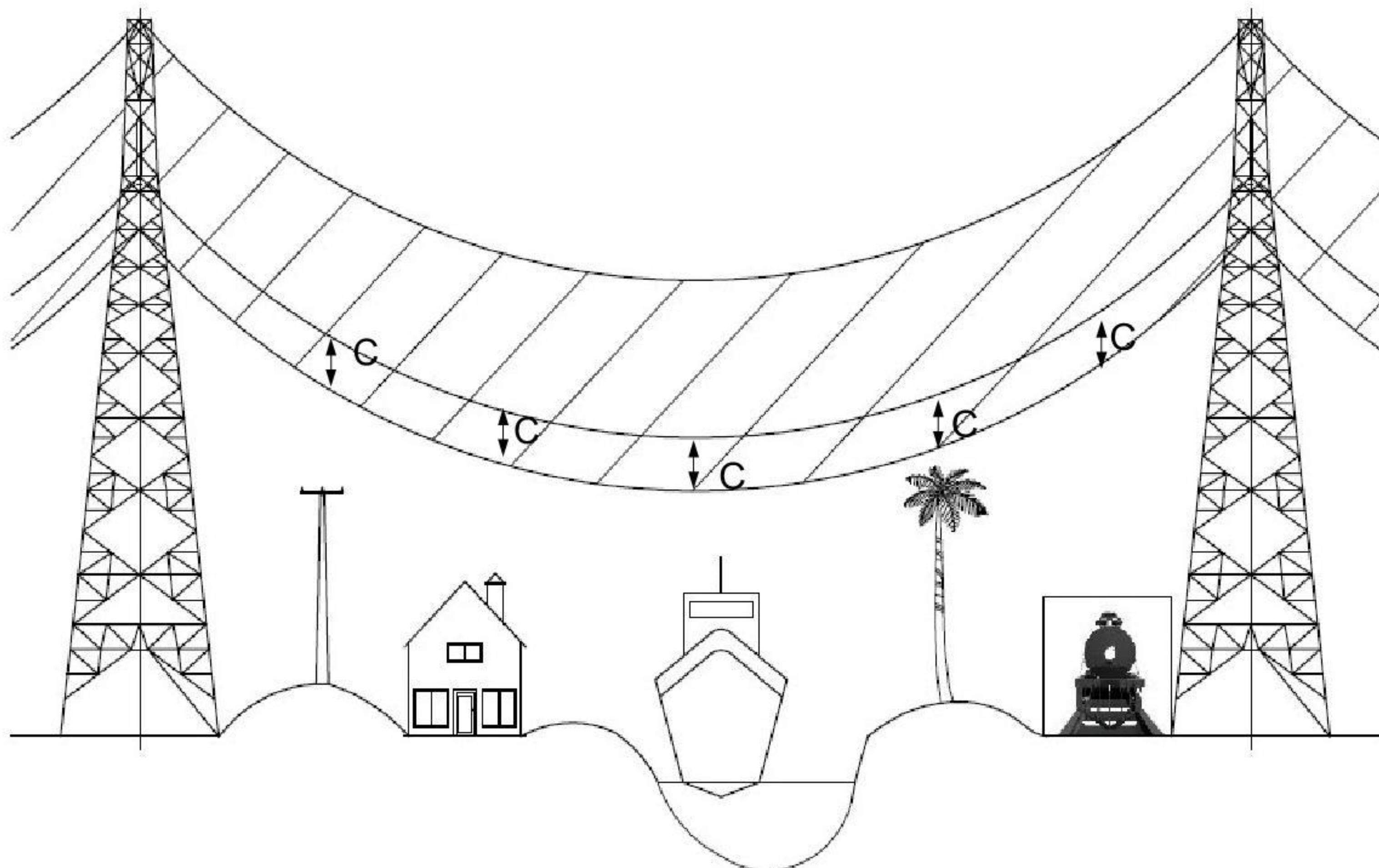
CATATAN

- a) Jarak bebas minimum vertikal dihitung dari permukaan bumi atau permukaan jalan/rel
b) Jarak bebas minimum vertikal dihitung sampai titik tertinggi/terdekatnya.

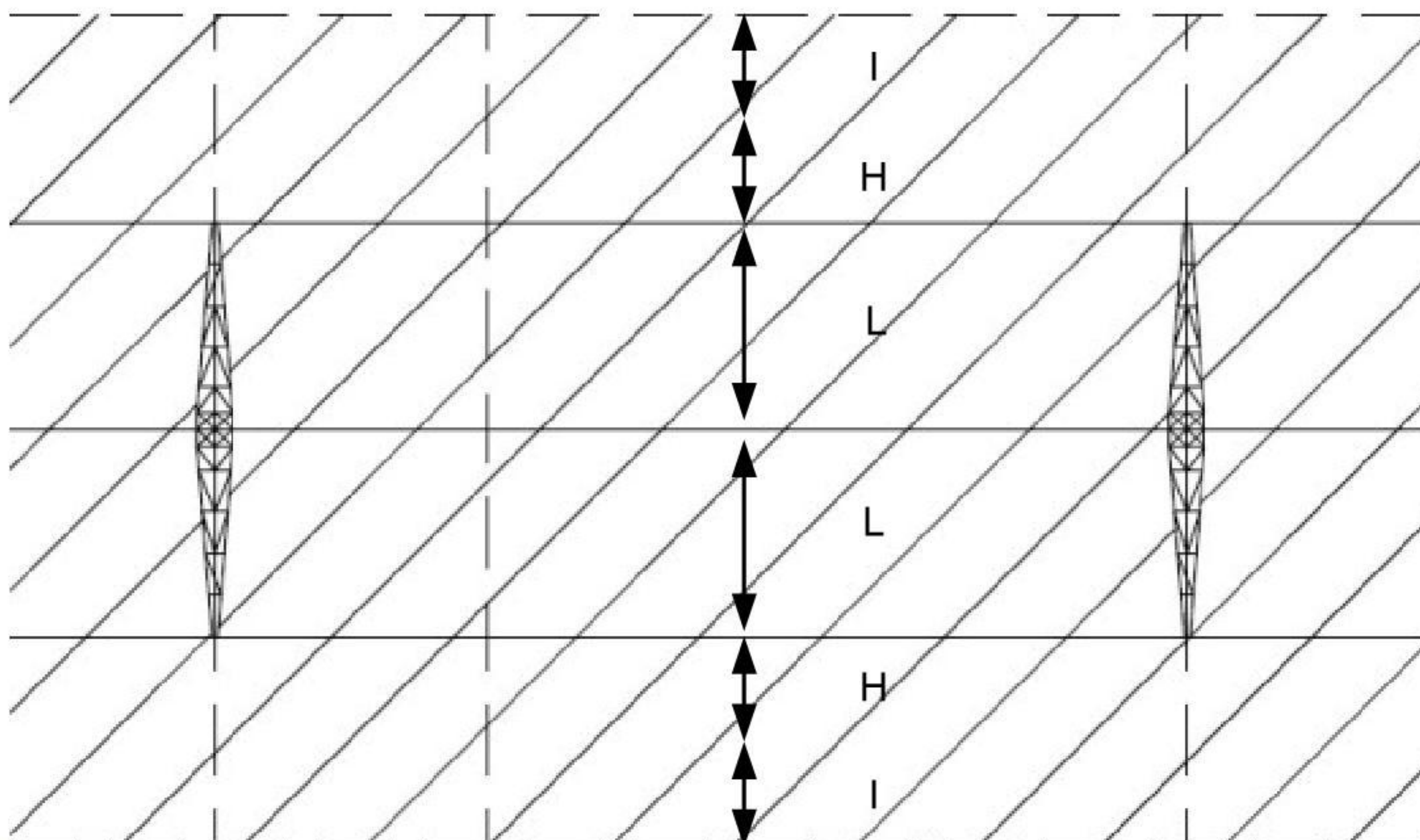
Tabel 5 – Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang

No	Saluran udara tegangan tinggi arus searah	Jarak dari sumbu vertikal menara ke konduktor, L (m)	Jarak bebas horizontal akibat ayunan konduktor, H (m)	Jarak bebas Impuls petir, I (m)	Total = L+H+I (m)	Pembulatan (m)
1	500 kV	9	5	3,3	17,6	18
2	250 kV	7,4	4	1,7	13,4	14



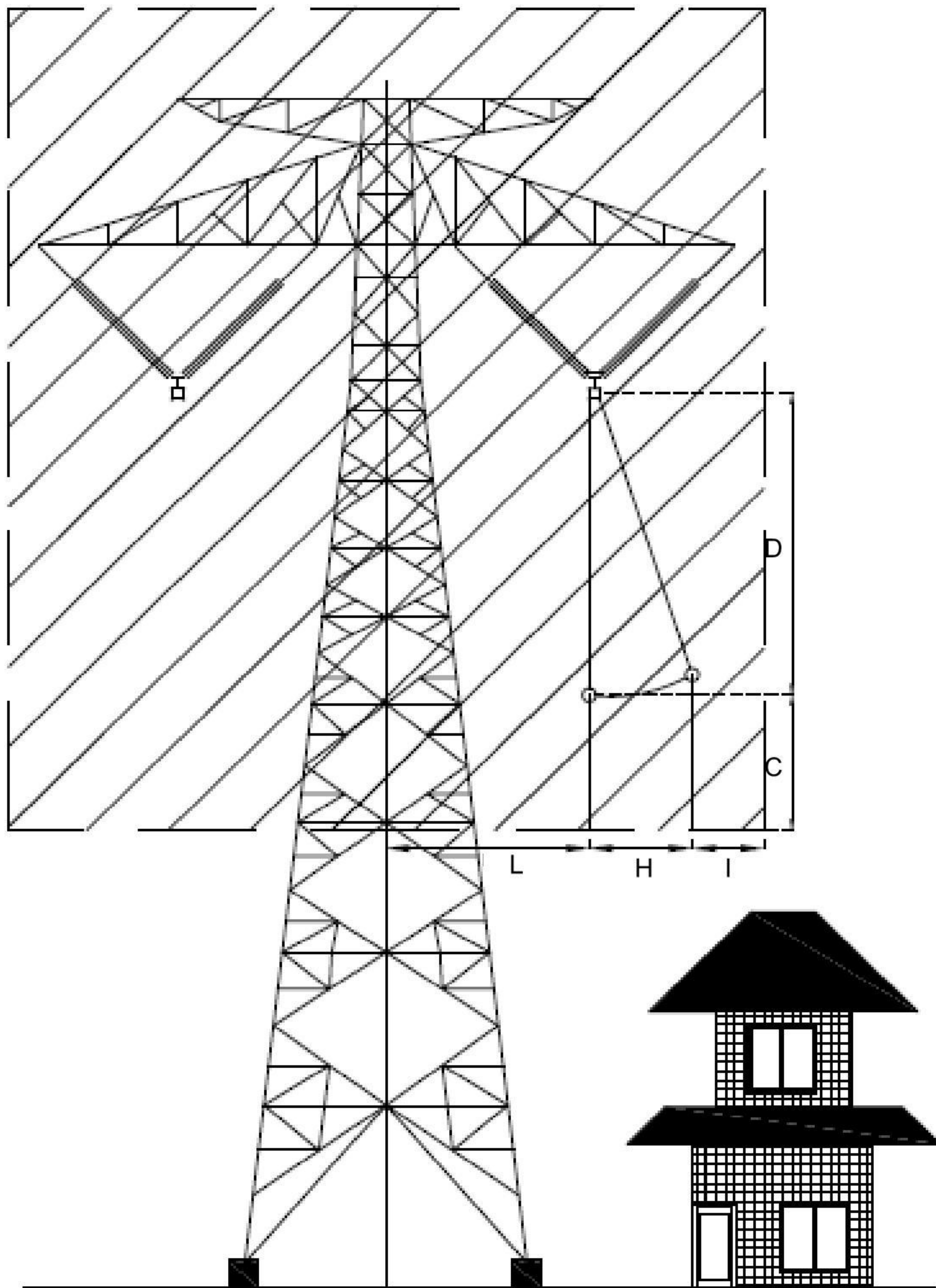


Gambar 1 – Penampang memanjang ruang bebas



- L = Jarak dari sumbu vertikal ke menara
- H = Jarak dari sumbu horizontal akibat ayunan
- I = Jarak bebas impuls petir

Gambar 2 – Pandangan atas ruang bebas



- L = Jarak dari sumbu vertikal ke menara
- H = Jarak dari sumbu horizontal akibat ayunan
- I = Jarak bebas impuls petir
- D = Jarak andongan terendah ditengah gawang
- C = Jarak bebas minimum vertikal

Gambar 3 – Ruang bebas SUTTAS 250 kV dan 500 kV

Bibliografi

1. SNI 04-6950-2003, *Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) - Nilai ambang batas medan listrik dan medan magnet*;
2. SNI 04-6918-2002, *Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)*;
3. IEC 60071-1, *Insulation co-ordination - Part 1 : Definitions, principles and rules*;
4. IEC 60071-2, *Insulation co-ordination - Part 2 : Application guide*;
5. IEC 61089, *Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductor*;
6. IEC 61786, *Measurement of low frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human being – special requirements and guidance for measurements*;
7. ANSI C2 - 2012, *National Electrical Safety Code (NESC)*;
8. SPLN 67-1A : 1986, *Kondisi spesifik Indonesia - Bagian satu : A. Kondisi alam*.

